

УДК 574.2

БІОТИЧНІ ЗВ'ЯЗКИ ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ *ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE* ТА СИНЬОЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ *MICROCYSTIS PULVEREA*

О. В. Гулай, О. М. Жукорський
ol.gulay@rambler.ru

Інститут агроекології і природокористування НААН,
вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143

Перебуваючи у складі прісноводних екосистем, бактерії *E. rhusiopathiae* вступають у складні екологічні взаємозв'язки з різноманітними видами живих організмів, у тому числі численними видами водоростей. У результаті цих взаємодій щільність популяцій *E. rhusiopathiae*, а також деякі з властивостей бактерій можуть зазнавати змін. Враховуючи те, що до організму людей і тварин збудник потрапляє з ґрунту та водою, екологічні фактори, що впливають на існування бактерій *E. rhusiopathiae* в об'єктах зовнішнього середовища набувають важливого епідемічного та епізоотичного значення.

Досліджували взаємодію бактерій *E. rhusiopathiae* з колекції Інституту ветеринарної медицини НААН та синьозелених водоростей (Cyanophyta) виду *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk HPDP-30 з колекції Інституту гідробіології НАН України (HPDP). Для проведення дослідів з вивчення алелопатичного впливу культури водоростей *M. pulverea* розводили дистильованою водою у співвідношенні 1:100 та фільтрували через стерилізуючі целюлозні фільтри з порами діаметром 0,2 мкм. До фільтрату додавали стерильну дистильовану воду та 0,1 см³ культури *E. rhusiopathiae* з

розрахунку одержання розведення вихідної культури водорості 1×10^4 . Контрольні зразки містили аналогічні співвідношення стерильного середовища Фітцджеральда, дистильованої води та культур *E. rhusiopathiae*. У дослідях з сумісного культивування культури еризипелотріксів і водоростей змішували у співвідношенні 1:10.

Встановлено, що в умовах прісноводних екосистем водорості *M. pulverea* виявляють алелопатичну активність стосовно до популяцій бактерій *E. rhusiopathiae*. За умов контрольованого експерименту щільність культур *E. rhusiopathiae* під дією біологічно активних речовин, виділених водоростями виду *M. Pulverea*, знижується на 13,0–21,8 % порівняно з контролем, що свідчить про їх бактеріостатичну дію. За умов спільного культивування бактерії *E. rhusiopathiae* не вплинули на показники накопичення біомаси водоростями *M. pulverea*.

Ключові слова: БАКТЕРІЇ
ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE,
СИНЬОЗЕЛЕНІ ВОДОРОСТІ
MICROCYSTIS PULVEREA,
АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ВПЛИВ

BIOTIC RELATIONS BETWEEN PATHOGENIC BACTERIA *ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE* AND BLUE-GREEN ALGAE *MICROCYSTIS PULVEREA*

О. В. Gulay, О. М. Zhukorskiy
ol.gulay@rambler.ru

Ukrainian National Academy of Science, Institute of Agroecology
and Environmental Sciences, 12, Metrologichna street, Kyiv, 03143

Being a part of freshwater ecosystems, bacteria *E. rhusiopathiae* build complex ecological relationships with different species of alive organisms, as well as with numerous species of algae. As a result of these interactions population density of *E. rhusiopathiae*, as well as some abilities of these bacteria can undergo changes. Taking into account the fact that the agent penetrates into a human body from ground and water, ecological factors that influence

bacteria *E. rhusiopathiae* existence in the environmental domains become of prior epidemic and epizootic importance.

Interaction of the bacteria *E. rhusiopathiae* VR-2 var. IVM from the collection of the Institute of Veterinary Medicine of Ukrainian National Academy of Science and blue-green algae (Cyanophyta) of type *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk HPDP-30 from the collection of the

Institute of Hydrobiology Ukrainian National Academy of Science (HPDP) has been investigated. In order to conduct a study of allelopathic influence the seaweed of type *M. pulvereae* was diluted with distilled water in the proportion 1:100 and was filtered through sterilizing cellulose filters with pores in diameter of 0,2 mcm. Sterile distilled water then was added to the filtrate and 0,1 cm³ of type *E. rhusiopathiae* in accordance with the result of getting delusion of the initial algae type in 1x10⁻⁴. Control samples contained analogical correlation of Fitzgerald environment, distilled water and type *E. rhusiopathiae* species. In the experiments with common cultivation the *Erysipelothrix* bacteria and algae were diluted with the proportion of 1:10.

It has been found out, that in fresh water ecosystems algae *M. pulvereae* showed allelopathic

activity in direction of the populations of *E. rhusiopathiae* bacteria. Under conditions of controlled experiment the density of *E. Rhusiopathiae* species declines to 13,0–21,8 % influenced by biologically active substances produced by the algae of type *M. pulvereae*, as compared with the control, so this fact can witness to their bacteriostatic action. Under condition of common cultivation bacteria *E. rhusiopathiae* didn't influence on the coefficient of biomass increase by algae *M. pulvereae*.

Keywords: BACTERIA
ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE,
BLUE-GREEN ALGAE
MICROCYSTIS PULVEREA,
ALLELOPATHIC INFLUENCE

БИОТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ *ERYSIPELOTHRIX* *RHUSIOPATHIAE* И СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ *MICROCYSTIS PULVEREA*

А. В. Гулай, О. М. Жуковский
ol.gulay@rambler.ru

Институт агроэкологии и природопользования НААН,
ул. Метрологическая, 12, г. Киев, 03143

Находясь в составе пресноводных экосистем бактерии *E. rhusiopathiae* вступают в сложные экологические взаимосвязи с различными видами живых организмов, в том числе с различными видами водорослей. В результате этих взаимодействий плотность популяций *E. rhusiopathiae*, а также некоторые свойства бактерий могут изменяться. Учитывая, что в организм людей и животных возбудитель попадает из почвы и водоемов, экологические факторы, которые влияют на существование бактерий *E. rhusiopathiae* в объектах внешней среды, приобретают важное эпидемическое и эпизоотическое значение.

Исследовали взаимодействие бактерий *E. rhusiopathiae* VR-2 var. IVM из коллекции Института ветеринарной медицины НААН и синезеленых водорослей (*Cyanophyta*) вида *Microcystis pulvereae* (Wood) Forti emend. Elenk HPDP-30 из коллекции Института гидробиологии НАН Украины (HPDP). При проведении опытов по изучению аллопатического влияния культуры водорослей *M. pulvereae* разводили дистиллированной водой в соотношении 1:100 и фильтровали через стерилизующие целлюлозные фильтры с порами диаметром 0,2 мкм. К фильтрату добавляли стерильную

дистиллированную воду и 0,1 см³ культуры *E. rhusiopathiae* из расчета получения разведения исходной культуры водоросли 1x10⁻⁴. Контрольные образцы содержали аналогичные соотношения стерильной питательной среды Фитцджеральда, дистиллированной воды и культур *E. rhusiopathiae*. В опытах по совместному культивированию культуры эризипелотрикс и водорослей смешивали в соотношении 1:10.

Установлено, что в условиях пресноводных экосистем водоросли *M. pulvereae* проявляют аллопатическую активность по отношению к популяциям бактерий *E. rhusiopathiae*. В условиях контролируемого эксперимента плотность культур *E. rhusiopathiae* при воздействии биологически активных веществ, выделенных водорослями вида *M. pulvereae*, снижается на 13,0–21,8 % в сравнении с контролем, что свидетельствует о их бактериостатическом действии. В условиях совместного культивирования бактерии *E. rhusiopathiae* не влияли на показатели накопления биомассы водорослями *M. pulvereae*.

Ключевые слова: БАКТЕРИИ
ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE,
СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ

MICROCYSTIS PULVEREA, АЛЕЛЛОПАТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ

Надзвичайно складна структура екосистем обумовлена не тільки величезною кількістю видів живих істот, що входять до їх складу, але й неймовірною кількістю зв'язків, якими ці організми пов'язані між собою у динамічну цілісну систему. До того ж значний вплив на ці взаємодії здійснюють абіотичні фактори середовища, показники яких можуть бути досить мінливими у часі, а також у просторі — створюючи різноманітність мікрокліматичних умов існування організмів.

Вивчення екологічних зв'язків між видами в екосистемах розкриває не тільки механізми функціонування цих складних природних угруповань, але й створює можливості впливу на їх розвиток з боку людини. На сьогодні величезні території займають екосистеми, які значною мірою перетворені, або ж повністю створені людиною в процесі інтенсивної господарської діяльності. На відміну від природних екосистем ці угруповування надзвичайно збіднені стосовно видового співвідношення, і, як наслідок, досить нестабільні. Це проявляється, наприклад, у «спалахах» чисельності популяцій певних видів, які своєю діяльністю спричиняють відчутну економічну шкоду. Щороку значну кількість матеріальних і фінансових ресурсів доводиться затрачати на попередження, або ж обмеження чисельності популяцій цих організмів. На жаль, арсенал дійсно ефективних засобів впливу на популяції «шкідливих» видів досить обмежений. Найбільш часто засобами боротьби із «шкідливими» видами виступають різноманітні хімічні речовини, які не володіють вибірковою дією і негативно впливають на інші компоненти екосистеми, а почасти і на саму людину через елементи харчових ланцюгів. Проте відмовитись від використання подібних засобів захисту наразі неможливо через реальну загрозу втрати врожаю, продуктивності чи поголів'я сільськогосподарських тварин.

Мінімізувати зазначені негативні ефекти можливо через використання «екологічно чистих» методів впливу з використанням природних антагоністів (найчастіше хижаків, паразитів) «шкідливих» видів. Розробка відповідних методик та їх впровадження неможлива без детального вивчення та аналізу системи біоценотичних зв'язків, які складаються у відповідних екосистемах.

Одну з найбільших небезпек в умовах сучасного інтенсивного ведення господарства становлять спалахи інфекційних захворювань культурних рослин і сільськогосподарських тварин. Збудники цих хвороб можуть бути занесені з інших територій (регіонів, держав, континентів), або ж тривалий час існувати у певних місцевостях, час від часу проявляючи себе — так звані «природно-вогнищеві» захворювання. Останнім, як правило, не властиве раптове і масове поширення у вигляді пандемій та епізоотій, що охоплюють значні території. Однак тривале (часто впродовж століть) існування збудників у певних місцевостях створює постійну загрозу і також завдає відчутних збитків. Особливу небезпеку при цьому становлять збудники, які можуть викликати захворювання не тільки тварин, але й людини — група «зооантропонозів», до якої відносяться збудники сибірки, чуми, паратуберкульозу, лептоспірозу, лістеріозу, туляремії та ін. До цієї ж групи належать і бактерії виду *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Migula, 1900), які відомі як збудники бешихи (*Erysipelas*) — небезпечного інфекційного захворювання людей, домашніх і сільськогосподарських тварин. Особливо відчутні економічні збитки від спалахів цієї інфекції відмічають у свинарстві, що обумовлено абортми, загибеллю молодняку, втратами живої ваги хворими тваринами, витратами на лікування та профілактику захворювання [1].

Відомо, що бактерії *E. rhusiopathiae* володіють значною стійкістю до впливу абіотичних факторів і здатні зберігатись й

розвиватись в об'єктах зовнішнього середовища. При цьому, перебуваючи у складі природних та штучних екосистем, бактерії-збудники бешихи формують різноманітні біотичні зв'язки з чисельними видами живих організмів — компонентами біоценозів. Бактерії бешихи патогенні не тільки для людей та сільськогосподарських тварин, їх також виявляли у багатьох видів диких ссавців, птахів, риб та безхребетних, які вважаються джерелами та переносниками збудника. У результаті цих взаємодій щільність популяцій *E. rhusiopathiae*, а також деякі з властивостей бактерій (вірулентність, патогенність та ін.) можуть зазнавати змін. Враховуючи те, що до організму людей і тварин збудник потрапляє з ґрунту та водойм, екологічні фактори, які впливають на існування бактерій *E. rhusiopathiae* в об'єктах зовнішнього середовища, набувають важливого епідемічного та епізоотичного значення.

Наразі досить мало відомо про особливості біотичних взаємозв'язків еризипелоїдів з компонентами природних та антропогенно змінених екосистем, а також про вплив подібних взаємодій на динаміку популяцій цих патогенних бактерій.

Різнманітні види рослин відіграють надзвичайно важливу роль у наземних і водних екосистемах, знаходячись в основі усіх трофічних ланцюгів. Рослинам притаманна здатність змінювати показники деяких з абіотичних факторів, здійснюючи середовищеформуєчу роль. До того ж рослини відомі як потужне джерело надходження біологічно активних речовин в середовище існування, завдяки чому навколо кожного виду формується специфічне оточення з живих організмів різних систематичних груп.

У прісноводних екосистемах, поряд з вищими рослинами, вагома роль у якості потужного джерела біологічно активних речовин належить чисельним видам водоростей. Проте, у науковій літературі не виявлено відомостей про взаємодію

бактерій *E. rhusiopathiae* з компонентами фітоценозів, у тому числі водоростями. Відсутність подібних даних про взаємодії еризипелоїдів з такими ключовими елементами екосистем як рослини не дозволяє з достатньою вичерпністю зрозуміти особливості існування та циркуляції цього важливого, з практичної точки зору, виду бактерій в об'єктах зовнішнього середовища.

Матеріали і методи

Досліджувалась взаємодія синьозелених водоростей (*Cyanophyta*) виду *Microcystis pulvereae* (Wood) Forti emend. Elenk HPDP-30 з колекції Інституту гідробіології НАН України (HPDP) та бактерій *E. rhusiopathiae* VR-2 var. IVM з колекції Інституту ветеринарної медицини НААН.

Водорості культивували у стерильних колбах на середовищі Фітцджеральда в модифікації Цендера та Горема [2], при температурі +22...+25 °С, та штучному освітленні в 25000 лк, за тривалості освітлення 12 годин на добу. Для тестування використовували культури водоростей віком 30 та 110 діб.

Тестові культури бактерій *E. rhusiopathiae* вирощувались на серцево-м'язовому бульйоні (AES Chemunex) при температурі +36,7 °С впродовж 48 годин.

Для проведення дослідів з вивчення алелопатичного впливу культури водоростей *M. pulvereae* розводили дистильованою водою у співвідношенні 1:100 та фільтрували через стерилізуючі целюлозні фільтри з порами діаметром 0,2 мкм. До фільтрату додавали стерильну дистильовану воду та 0,1 см³ культури *E. rhusiopathiae* з розрахунку одержання розведення вихідної культури водорості 1х10⁻⁴. Контрольні зразки містили аналогічні співвідношення стерильного середовища Фітцджеральда, дистильованої води та культур *E. rhusiopathiae*.

У дослідах з сумісного культивування культури еризипелотріксів та водоростей змішували у співвідношенні 1:10 (до 900 см³ культури водоростей

додавали 100 см³ культури *E. rhusiopathiae*). Для порівняння закладались дві групи контролів:

1. Для контролю росту еризипелотріксів — аналогічні до дослідів співвідношення стерильного середовища Фіцджеральда та культур *E. Rhusiopathiae*.

2. Для контролю росту водоростей — аналогічні до дослідів співвідношення культур водоростей і стерильного серцево-м'язового бульйону (AES Chemunex).

Експерименти проводилися за 5-кратної повторюваності. Культивування дослідних і контрольних зразків проводили при кімнатній температурі (+18...+20 °C) на розсіяному сонячному світлі.

Щільність клітин *E. rhusiopathiae* в дослідних і контрольних зразках визначали через 48 годин. Підрахунок клітин здійснювався шляхом висіву проб, у послідовних розведеннях 1x10⁻⁶; 1x10⁻⁷ і 1x10⁻⁸ по 0,1 см³ на поверхню серцево-м'язового агару (AES Chemunex) у трьох чашках Петрі, і культивування їх за

температури (36,7±0,3) °C впродовж 72 годин з подальшим підрахунком колоній, що вирости, та розрахунку середньої кількості живих бактерій на 1 см³.

Дрібні розміри клітин водоростей *M. pulvereae* не дають можливості провести облік їх щільності з використанням мікроскопічного методу. У зв'язку з цим обліковували кінцеву біомасу піддослідних і контрольних культур [2].

Статистичне опрацювання одержаних даних здійснювали за допомогою пакету прикладних програм Statistica 5.5 і Microsoft Office Excel 2007.

Результати й обговорення

Одержані дані з обліку щільності клітин *E. rhusiopathiae* у дослідних і контрольних зразках, а також результати їх статистичної обробки наведені у таблиці 1.

Як показує аналіз результатів досліджень щільність культур бактерій *E. rhusiopathiae* у дослідних зразках становила в межах 78,0–86,9 % їх вмісту у контролі. Виявлена різниця щільності клітин є статистично достовірною.

Таблиця 1

Порівняння щільності клітин *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за умов алелопатичного впливу водорості *M. pulvereae*

№ зразка	Щільність клітин <i>E. rhusiopathiae</i> , млн / см ³		
	Дослід		Контроль
	Фільтрати культур <i>M. pulvereae</i> віком 30 діб	Фільтрати культур <i>M. pulvereae</i> віком 110 діб	
1	1,78	1,90	2,22
2	1,77	2,01	2,31
3	1,75	1,89	2,30
4	1,71	1,93	2,15
5	1,69	1,95	2,18
М*	1,74	1,94	2,23
Для культур віком 30 діб $t = 12,14$ при $t_{кр} = 5,04$; $P = 0,001$			
Для культур віком 110 діб $t = 6,91$ при $t_{кр} = 5,04$; $P = 0,001$			

Примітка: у цій та наступних таблицях М — середнє арифметичне, t — коефіцієнт Стюдента, P — рівень вірогідності

Таким чином можна зробити висновок, що синьозелені водорості *M. pulvereae* виділяють у середовище речовини, які відчутно гальмують розмноження еризипелотріксів, навіть у розведеннях 1:10000. Виявлений ефект свідчить про здатність синьозелених водоростей виду *M. pulvereae* здійснювати

виразний алелопатичний вплив на бактерії *E. rhusiopathiae*.

Порівняння виразності впливу показало, що молодші за віком культури водоростей (30 діб) здійснювали більш сильний пригнічуючий вплив на піддослідний вид бактерій. Так, у середньому щільність *E. rhusiopathiae* у дослідних зразках із виділеннями 30-

денних культур водоростей була на 21,8 % нижчою, ніж у контролі. Тоді як виділення культур водоростей віком 110 діб знижували щільність бактерій у дослідних зразках в середньому на 13,0 % у порівнянні з контролем.

Відмічена відмінність, на нашу думку, пов'язана з залежністю рівня впливу водоростей від їх фізіологічного стану. Так, в експериментах із дослідження росту та функціонування планктонних видів водоростей в умовах змішаного культивування, проведених Кирпенко Н. І. [3], виявлена чітка залежність характеру

впливу певних водоростей на види-партнери від фази їх розвитку.

Однак, у природних умовах еризипелотрікси взаємодіють з клітинами водоростей не тільки опосередковано, через виділення останніми біологічно активних речовин, але й безпосередньо. У зв'язку з цим виникла необхідність з'ясувати, як зміниться щільність піддослідних культур за умов безпосереднього контакту клітин водорості *M. pulvereae* та бактерій *E. rhusiopathiae*. Одержані результати наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Порівняння щільності клітин *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за умов спільного культивування з водоростю *M. pulvereae*

№ зразка	Щільність клітин <i>E. rhusiopathiae</i> , млн / см ³	
	Дослід	Контроль
1	1,43	2,18
2	1,39	2,25
3	1,40	2,13
4	1,35	2,21
5	1,29	2,2
М*	1,37	2,19
t = 23,61 при t _{кр} = 5,04; P = 0,001		

Аналіз одержаних даних показав, що за умов безпосереднього контакту клітин синьозелених водоростей та бактерій *E. rhusiopathiae* щільність останніх у дослідних зразках становить 62,5 % від контролю. Оскільки зазначена різниця є статистично достовірною, можна зробити висновок, що і при безпосередньому контакті клітин з боку синьозелених водоростей *M. pulvereae* відмічається пригнічуючий вплив на культури *E. rhusiopathiae*. Разом з тим, виразність пригнічуючого впливу є більшою ніж у дослідах з вивчення алелопатичного впливу. Так, найбільший показник пригнічення від дії фільтратів 30-денних культур водоростей становив 21,8 %, у той же час при безпосередньому контакті клітин водоростей і бактерій цей показник становить 37,5 %. Ймовірно, що при безпосередній взаємодії культур водоростей та еризипелотріксів діє додатковий чинник, що і пояснює виявлену різницю у показниках. На нашу думку, цим фактором може бути супутня мікрофлора, що знаходиться у тісному взаємозв'язку з клітинами *M. pulvereae*, а

саме у слизистих оболонках, якими оточені колонії цього виду синьозеленої водорості. Супутня мікрофлора завжди присутня у колоніях синьозелених водоростей, виступаючи в якості одного з компонентів природних альгоупрופовань. Намагаючись максимально наблизити умови експериментів до природних, використано альгологічно, а не бактеріологічно чисті культури водоростей.

Перебуваючи у складі природних угруповань, бактерії *E. rhusiopathiae* не тільки зазнають впливу з боку інших компонентів біоценозів, а й, у свою чергу, впливають на них. У проведених експериментах також вивчали вплив, який можуть здійснювати еризипелотрікси на культури водоростей *M. pulvereae*. Оскільки клітини синьозелених водоростей *M. pulvereae* є досить дрібними (діаметр 1–2 мкм), а самі клітини об'єднані слизистими оболонками у колонії, провести облік щільності клітин водоростей у дослідних та контрольних зразках досить важко. Натомість було використано біомасу, як показник, що дає

можливість порівняти інтенсивність росту водоростей. Результати обліку біомаси культур водоростей за умов спільного

культивування з бактеріями *E. rhusiopathiae* представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Порівняння біомаси культур водоростей *M. pulvereae* у дослідних та контрольних зразках за умов спільного культивування з *E. rhusiopathiae*

№ зразка	Біомаса культур <i>M. pulvereae</i> , г/дм ³	
	Дослід	Контроль
1	0,018	0,023
2	0,021	0,026
3	0,016	0,019
4	0,025	0,022
5	0,017	0,021
М*	0,019	0,022
t = 1,25 при t _{кр} = 5,04, P = 0,001		

Як свідчать результати статистичної обробки одержаних даних, відмінності у біомасі культур водоростей *M. pulvereae* у дослідних і контрольних зразках не достовірні. Таким чином можна зробити висновок, що присутність у середовищі існування бактерій *E. rhusiopathiae* не впливає на інтенсивність росту (біомасу) популяцій водоростей *M. pulvereae*.

Перебуваючи у складі прісноводних екосистем, бактерії *E. rhusiopathiae* безперечно вступають у складні екологічні взаємозв'язки з різноманітними видами живих організмів, у тому числі численними видами водоростей. Останні відомі як одне з потужних джерел надходження біологічно активних речовин у водойми, особливо в періоди свого масового розмноження, що найбільш часто спостерігається у теплу пору року у вигляді ефекту «цвітіння води». Експериментальне підтвердження наявності виразного алелопатичного впливу прісноводних водоростей на *E. rhusiopathiae* доводить, що нижчі рослини здатні відігравати важливу роль в екології цих патогенних бактерій в умовах відкритих водойм, а це, в свою чергу, обумовлює актуальність проведення подібних досліджень не тільки з теоретичної, але й з практичної точки зору.

Висновки

1. В умовах прісноводних екосистем водорості *M. pulvereae* виявляють алелопатичну активність

стосовно до популяцій бактерій *E. rhusiopathiae*.

2. За умов контрольованого експерименту щільність культур *E. rhusiopathiae* під дією біологічно активних речовин, виділених водоростями виду *M. Pulvereae*, знижується на 13,0–21,8 % у порівнянні з контролем, що свідчить про їх бактеріостатичну дію.

3. За умов спільного культивування бактерії *E. rhusiopathiae* не вплинули на показники накопичення біомаси водоростями *M. pulvereae*.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження, спрямовані на вивчення та оцінку характеру взаємодії патогенних бактерій *E. Rhusiopathiae* з чисельними компонентами прісноводних екосистем, необхідно продовжувати з огляду на вагоме епізоотичне та епідеміологічне значення збудників бешихи.

1. Borisovich Y. F., Kirillov L. V. under edition of D. F. Osidze. *Infekcionnye bolezni zhivotnyh: Spravochnik* [Infectious diseases of animals: Handbook]. Moskva, Agropromizdat Publ., 1987. 288 p. (In Russian).

2. Sirenko L. A., Sakevich A. I., Osipov L. F. *Metody fiziologo-biohimicheskogo issledovaniy v gidrobiologicheskoy praktike* [Methods of physiological and biochemical research in hydro biological practice]. Kyiv, Naukova Dumka Publ., 1975. 247 p. (In Russian).

3. Kyrpenko N. I. Rost i funkcionirovanie nekotoryh planktonnyh vodoroslej v uslovijah smeshennogo kultivirovaniya [Growth and functioning of certain plankton aglae under conditions of mixed cultivation]. *Gidrobiologicheskij zhurnal — Hydrobiological Magazine*, 2005, vol. 41, no 3, p. 58–71 (in Russian).